МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
_____ А.С. Савинов

04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА АГЛОМЕРАТА

Направление подготовки (специальность)
22.04.02 Металлургия

Направленность (профиль/специализация) программы
Металлургические технологии производства черных металлов и сплавов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Металлургии и химических технологий
29.01.2025, протокол № 5

Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
04.02.2025 г. протокол № 4

Председатель _____ А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
профессор кафедры кафедры МиХТ, д-р техн. наук _____ С.К. Сибагатуллин

Рецензент:
доцент кафедры ЛПиМ, канд. техн. наук _____ М. Г. Потапов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

приобретение обучающимися знаний, умений и владений в соответствии с видом профессиональной деятельности: способен организовывать согласованную работу по выполнению задач по оценке сырья и металлургической продукции, корректировать и контролировать производственный процесс, организует согласованную работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, её дальнейшей обработке.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Проектирование процессов производства агломерата входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теория процессов производства агломерата

Методология и методы научного исследования

Исследования процессов производства агломерата

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная - научно-исследовательская работа

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - преддипломная практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Проектирование процессов производства агломерата» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1 Способен организовывать согласованную работу по выполнению задач по оценке сырья и металлургической продукции, корректировать и контролировать производственный процесс	
ПК-1.1	Организует работу по оцениванию сырья и металлургической продукцию, корректирует и контролирует производственный процесс с обоснованием принятых технологических и технических мер
ПК-2 Организует согласованную работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке	
ПК-2.1	Организует работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 49,05 акад. часов:
– аудиторная – 45 акад. часов;
– внеаудиторная – 4,05 акад. часов;
– самостоятельная работа – 95,25 акад. часов;
– в форме практической подготовки – 0 акад. час;
– подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен, курсовая работа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Проектирование многокритериальной задачи оптимизации состава агломерационной шихты								
1.1 Проектирование требований к шихтовым материалам: концентрату, аглоруде, твёрдому топливу (коксику), флюсу, добавкам. Прогноз работоспособности агломерационного производства в раз-личных условиях. Размораживание, сушка и увлажнение компонентов шихты	2	1		2	6	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
1.2 Проектирование оптимизационных задач при организации хода процессов производства агломерата. Оптимальный режим усреднения материалов традиционным размещением на рудном дворе и современным штабелированием с применением усреднительных комплексов. Значимые научно-технические разработки и научные исследования по усреднению материалов		1		2	6	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1

1.3 Проектирование производства агломерата оптимальным дозированием шихтовых материалов. Основные достижения в области металлургии и смежных областях	2	1		2	6	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
1.4 Проектирование процессов с рас-смотрением оптимальной крупности твёрдого топлива (коксика) и влажности шихты.		1		2	6	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
Итого по разделу		4		8	24			
2. Проектирование окомкования шихты для последующей её агломерации								
2.1 Проектирование неравновесного состояния компонентов агломерационной шихты при их смешивании и окомковани в условиях непрерывного движения материалов в смесителе и окомкователе.	2	1		2	6	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
2.2 Проектирование моделей процесса окомкования шихты на основе закономерностей действия молекулярных и капиллярных сил в увлажнённом материале. Значимые научно-технические разработки и научные исследования по окомкованию		1		2	6	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
2.3 Проектирование решения многокритериальной задачи оптимизации режимов возврата и постели для обеспечения эффективного хода спекания с достижением максимальной производительности и высокого качества агломерата.		1		2	6	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
2.4 Многокритериальные задачи оптимизации		1		2	6	Сбор, анализ и систематиза-ция	Составление аннотации по	ПК-1.1, ПК-2.1

процесса зажигания твёрдого топлива в теории процессов производства агломерата для обеспечения эффективного хода спекания с достижением максимальной производительности и высокого качества агломерата.						информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	
Итого по разделу		4		8	24			
3. Проектирование движения газов и теплопередачи в теории процессов производства агломерата								
3.1 Использование при проектировании математических зависимостей для расчёта газопроницаемости слоя. Условия формирования и разрушения сводов над зазорами колосников. Образование эллипэллипсоидов разрыхления над зазорами колосников	2	1		2	6	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
3.2 Использование при проектировании математического описания теплоёмкостей потоков шихты и газа по высоте спекаемого слоя. Формируемые зоны по состоянию и условиям теплопередачи. Общие и зональные тепловые балансы. Значимые научно -технические разработки и научные исследования по теплопередаче в спекаемом слое агломерата и при его охлаждении на охладителе		1		2	6	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
3.3 Использование при проектировании мировых ресурсов информации о процессах производства агломерата. Анализ полного техно-логического цикла получения агломерата. Виды агломератов; показатели, характеризующие его свойства.		1		2	6	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
3.4 Проектирование методологии анализа и обработки		1		2	6	Сбор, анализ и систематизация информации с	Составление аннотации по теме.	ПК-1.1, ПК-2.1

информационных потоков и информационных моделей при оценке поведения серы в процессах производства агломерата						написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к занятиям. Подготовка к устному опросу	Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	
Итого по разделу		4		8	24			
4. Окисление, восстановление, твёрдофазные и жидкофазные процессы в теории производства агломерата								
4.1 Проектирование процессов окисления и восстановления для выбора путей, мер и средств управления качеством агломерата.	2	1		1	6	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
4.2 Проектирование основных направлений развития производства агломерата. Выбор значимых научно-технических разработок и научных исследований по качеству агломерата. Разработка предложений по совершенствованию производства агломерата в условиях заданного предприятия (на примере “ММК”). Применение инновационных методов решения задач по производству агломерата для доменной плавки.		1		2	6	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
4.3 Проектирование твёрдофазных и жидкофазных процессов агломерации. Формирование физической структуры агломерата. Виды блочных структур, пор, разделительных слоёв между порами. Действие физической структуры на качество агломерата. Термиче-ское воздействие на агломерат после спекания		0,5		2	6	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к занятиям. Подготовка к устному опросу	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по теме. Устный опрос	ПК-1.1, ПК-2.1
4.4 Проектирование системы автоматического управления технологическими процессами производства агломерата. Системы поддержки принятия		0,5		1	5,25	Сбор, анализ и систематизация информации с написанием плана-конспекта по теме. Подготовка к	Составление аннотации по теме. Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов	ПК-1.1, ПК-2.1

решения. Разработка предложений для технических регламентов и стандартов по обеспечению безопасности производственного процесса в аглодоменном производстве.						занятиям. Подготовка к устному опросу	по теме. Устный опрос	
Итого по разделу		3		6	23,25			
Итого за семестр		15		30	95,25		экзамен,кр	
Итого по дисциплине		15		30	95,25		экзамен, курсовая работа	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Проектирование процессов производства агломерата» используются как традиционная и модульно-компетентностная технологии, так и технология проблемного и интерактивного обучения.

С целью реализации компетентностного подхода, а также формирования и развития профессиональных навыков обучающихся реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

-использование компьютерных технологий на практических занятиях;

-тренинг по обосновыванию собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области металлургии и смежных областях;

-физическое моделирование с использованием лабораторной базы кафедры МиХТ;

-самостоятельное развитие способности оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

К интерактивным методам, используемым при изучении дисциплины «Проектирование процессов производства агломерата», относятся: использование проблемных методов изложения материала с применением эвристических приемов (создание проблемных ситуаций и др.); а также создание электронных продуктов (презентаций).

На занятиях целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения, совмещая ее с технологией проблемного обучения. При этом необходимо повышать познавательную активность студентов, организуя самостоятельную работу как исследовательскую творческую деятельность.

Практические занятия проходят как форме предоставления информационного материала, так и в форме занятий-консультаций, где теоретический материал заранее выдается обучающимся для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов преподавателю, таким образом, занятие проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия. Иногда занятия проходят в виде проблемной ситуации с освещением различных научных подходов к поставленной проблеме.

В изложении материала и при проведении практических занятий предполагается переход от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивающим логическое, теоретическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование методов эвристических вопросов и брэйнсторминга (мозговой атаки).

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов активного обучения студентов, включающего в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении учебных проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- инструктаж студентов по составлению таблиц, схем, графиков с проведением последующего их анализа;
- применение рекомендаций по составлению тезисов, конспектов, аннотаций, разработке тестов по прочитанному материалу;

- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация альтернативных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости;
- использование заданий для самостоятельной работы с избыточными данными.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Ивлев, С.А. Металлургические технологии. Металлургия чёрных металлов : учебное пособие / С.А. Ивлев, М.П. Клюев. - Москва: МИСИС, 2017. - 45 с. - ISBN 978 -5-906846-57-0. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/108106.

2. Агеев, Н.Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Н.Г. Агеев. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-1712-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/99065

3. Основы металлургического производства: учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик, С.К. Сибагатуллин. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 616 с. - ISBN 978-5-8114-2486-3. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/90165

б) Дополнительная литература:

1. Сибагатуллин С.К., Харченко А.С. Металлургические свойства железорудного сырья: учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 150 с.

2. Сибагатуллин С.К., Харченко А.С. Качество шихтовых материалов доменной плавки, включающих титаномагнетиты и сидериты: учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 150 с.

3. Морачевский, А.Г. Термодинамические расчеты в химии и металлургии : учеб -ное пособие / А.Г. Морачевский, И.Б. Сладков, Е.Г. Фирсова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-3023-9. — Текст : электронный // Электронно -библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/104851. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Сборщиков, Г.С. Современные проблемы металлургии и материаловедения : гидродинамика и массообмен в многофазных системах металлургии : учебное пособие / Г.С. Сборщиков, С.И. Чибизова. — Москва : МИСИС, 2016. — 141 с. — ISBN 978-5-87623-998-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/93667. — Режим доступа: для авториз. поль-зователей.

5. Агеев, Н.Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное по-собие / Н.Г. Агеев. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-1712-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/99065. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Физика пирометаллургических процессов: учебник / В.Е Рощин, А.В.Рощин.

М; Вологда: Инфра-Инженерия. 2021. 304 с.

7. Сибагатуллин С.К. Формирование слоя шихты в колошниковом пространстве доменной печи: учебное пособие с грифом УМО в области металлургии. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 188 с.

8. Панишев Н.В., Сибагатуллин С.К. Практикум по дисциплине «Новые процессы в металлургии». Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 107 с.

9. Сибагатуллин С.К., Харченко А.С. Использование коксового орешка на домен -ных печах. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 163 с.

10. Сибагатуллин С.К., Харченко А.С., Макарова И.В. Теория, технология и авто-матизация доменного процесса: практикум. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. 142 с.

в) Методические указания:

1. Сибагатуллин С.К., Харченко А.С., Макарова И.В. Шихтовые материалы / Теория, технология и автоматизация доменного процесса: практикум. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 6 – 50.

2. Неясов А.Г., Иванов А.В., Макарова И.В. Расчеты шихты, материального и теплового балансов агломерационного процесса: Учеб. пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 68 с.

3. Формирование эллипсоидов выпуска и разрыхления при движении шихтовых материалов / Теория, технология и автоматизация доменного процесса: практикум. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 76 – 112.

4. Неясов А.Г., Иванов А.В., Макарова И.В. Изучение основных закономерностей агломерационного процесса: методические указания к лабораторным занятиям. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2009. 18 с.

5. Неясов А.Г., Иванов А.В., Макарова И.В.Определение направления капиллярного давления в слое тонкоизмельченного концентрата и упрочнения увлажненных комков его за счет сил капиллярного давления: методические указания к лабораторным занятиям. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 13 с.

6. Неясов А.Г., Иванов А.В., Макарова И.В. Определение максимальной капиллярной влагоёмкости и капиллярного давления в слое тонкоизмельчённого концентрата. Методические указания к лабораторным занятиям. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 13 с.

7. Неясов А.Г., Иванов А.В., Макарова И.В. Определение газопроницаемости аг-ломерационной шихты и зависимости ее от влажности и содержания в ней возврата. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 20 с.

8. Панишев Н.В. Практикум по курсу «Теория и технология подготовки сырья к доменной плавке»: Учеб. пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 84 с.

9. Сибагатуллин С.К., Ваганов А.И., Харченко А.С. Влияние уровня засыпи и газового потока на углы откоса материалов в модели. Магнитогорск: Изд-во Магнито-горск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 17 с.

10. Сибагатуллин С.К., Ваганов А.И., Харченко А.С. Изучение влияния вида шихтовых материалов и их распределения на газопроницаемость. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 16 с.

11. Сибагатуллин С.К., Ваганов А.И., Харченко А.С. Изучение влияния крупности и формы материалов на их газопроницаемость. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 11 с.

12. Сибагатуллин С.К., Ваганов А.И., Прохоров И.Е., Майорова Т.В. Расчёт технических показателей доменной плавки. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 72 с.

13. Сибагатуллин С.К., Макарова И.В., Насыров Т.М. Определение технических показателей доменной плавки при проектировании нового металлургического предприятия. Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2014. 50 с.

14. Сибагатуллин С.К., Харченко А.С. Анализ причин изменения удельного расхода кокса и производительности доменной печи по производственным данным. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 18 с.

15. Сибагатуллин С.К., Харченко А.С. Анализ факторов, влияющих на равномерность состава шихты. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 17 с.

16. Дружков В.Г., Макарова И.В. Определение вертикального давления сыпучих материалов в присутствии газового потока. Магнитогорск: Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2018. 12 с.

17. Сибагатуллин С.К., Харченко А.С., Макарова И.В. Пример выполнение расчётов

по дисциплине «Теория процессов производства агломерата». Магнитогорск: 2020. 52 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1.Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа :

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель

2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:

техническими средствами обучения, служащими для представления учебной - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средства хранения, передачи и представления учебной информации;

- специализированной мебелью.

3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

- специализированной мебелью.

4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

- специализированной мебелью.

5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:

- специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;

-инструментами для ремонта учебного оборудования;

- шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся, которая предполагает выполнение практических работ.

Цикл практических работ №1. Составление аннотаций по составляющим темы «Проектирование многокритериальных задач оптимизации состава агломерационной шихты». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- проектирование требований к шихтовым материалам: концентрату, аглоруде, твёрдому топливу (коксику), флюсу, добавкам; прогноз работоспособности агломерационного производства в различных условиях; размораживание, сушка и увлажнение компонентов шихты;
- проектирование оптимизационных задач при организации хода процессов производства агломерата; оптимальный режим усреднения материалов традиционным размещением на рудном дворе и современным штабелированием с применением усреднительных комплексов; значимые научно-технические разработки и научные исследования по усреднению материалов;
- проектирование совершенствования процессов производства агломерата оптимальным дозированием шихтовых материалов; основные достижения в области металлургии и смежных областях;
- проектирование методов физического и численного моделирования процессов с рассмотрением оптимальной крупности твёрдого топлива (коксика) и влажности шихты.

Цикл практических работ №2. Составление аннотаций по составляющим темы «Проектирование многокритериальной задачи окомкования шихты для последующей её агломерации». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- проектирование неравновесного состояния компонентов агломерационной шихты при их смешивании и окомковани в условиях непрерывного движения материалов в смесителе и окомкователе;
- проектирование с использованием математических моделей процесса окомкования шихты на основе закономерностей действия молекулярных и капиллярных сил в увлажнённом материале; значимые научно-технические разработки и научные исследования по окомкованию;
- проектирование многокритериальных задач оптимизации режимов возврата и постели для обеспечения эффективного хода спекания с достижением максимальной производительности и высокого качества агломерата;
- проектирование многокритериальные задачи оптимизации процесса зажигания твёрдого топлива в теории процессов производства агломерата для обеспечения эффективного хода спекания с достижением максимальной производительности и высокого качества агломерата.

Цикл практических работ №3. Составление аннотаций по составляющим темы «Проектирование движения газов и теплопередача в процессах производства агломерата». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- проектирование с использованием математических зависимостей для расчёта газопроницаемости слоя; условия формирования и разрушения сводов над зазорами колосников; образование эллипсоидов разрыхления над зазорами колосников;
- проектирование с использованием математического описания теплоёмкостей потоков шихты и газа по высоте спекаемого слоя; формируемые зоны по состоянию и условиям теплопередачи; общие и зональные тепловые балансы; использование при проектировании значимых научно-технических разработок и научных исследований по теплопередаче в спекаемом слое агломерата и при его охлаждении на охладителе;

- проектирование с привлечением мировых ресурсов информации о процессах производства агломерата; анализ полного технологического цикла получения агломерата; виды агломератов; показатели, характеризующие его свойства;
- проектирование методология анализа и обработки информационных потоков и информационных моделей при оценке поведения серы в процессах производства агломерата.

Цикл практических работ №4. Составление аннотаций по составляющим темы «Проектирование окисления, восстановления, твёрдофазных и жидкофазных процессов, развивающихся при производстве агломерата». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:
- проектирование процессов окисления и восстановления для выбора путей, мер и средств управления качеством агломерата;
- проектирование основных направлений развития производства агломерата; привлечение значимых научно-технических разработок и научных исследований по качеству агломерата; проектирование совершенствования производства агломерата в условиях заданного предприятия (на примере “ММК”); проектирование инновационных методов решения задач по производству агломерата для доменной плавки;
- проектирование твёрдофазные и жидкофазные процессов агломерации; формирование физической структуры агломерата; видов блочных структур, пор, разделительных слоёв между порами; действия физической структуры на качество агломерата; термического воздействия на агломерат после спекания;
- проектирование системы автоматического управления технологическими процессами производства агломерата; системы поддержки принятия решения; проектирование технических регламентов и стандартов по обеспечению безопасности производственного процесса в агломерационном производстве.

Перечень вопросов для подготовки к устному опросу

1. С какой целью агломерационная шихта смешивается и увлажняется?
2. Что такое скорость спекания и от чего она зависит?
3. Одинакова ли скорость движения воздуха по высоте агломерата в конце его спекания?
4. Почему низ агломерата получается более оплавленным, хотя топливо равномерно распределено в шихте?
5. Почему аглоспек по периферии чаши менее оплавлен, чем по ее оси?
6. Почему в агломерационном газе по сравнению с воздухом, содержится меньше кислорода и азота и больше водяных паров?
7. По каким сечениям прежде всего разрушаются куски агломерата?
8. Что оказывает меньшее сопротивление прососу воздуха- аглоспек или шихта, из которой он получен и почему?
9. Почему спекание магнитных железняков по сравнению с красными и бурыми железняками идет при меньшем расходе коксика?
10. Почему с увеличением возврата в рудной смеси уменьшается расход известняка?
11.Что такое флюсующая способность известняка?
12. Почему производительность агломерационной машины зависит от газопроницаемости шихты?
13. Какая влажность агломерационной шихты называется оптимальной?
14. Назначение марганцевой руды при производстве агломерата (варианты ответов: является материалом, обеспечивающим формирование гарнисажа; является материалом, обеспечивающим промывку горна доменной печи; марганец марганцевой руды используется в качестве восстановителя железа из железорудного сырья; марганец марганцевой руды уменьшает растворимость углерода в чугуне).
15. Вид оксида SiO_2 по влиянию на свойства гломерата (варианты ответов: нейтральный, основной, кислый, амфотерный),
16. Вид оксида MgO по влиянию на свойства шлака (варианты ответов: нейтральный,

основной, кислый, амфотерный).
17. Влияние повышения содержания железа в агломерате на удельный расход кокса в доменной печи (варианты ответов: увеличивается с ростом содержания железа в агломерате до достижения предельно допустимого его уровня, а затем уменьшается; уменьшается; увеличивается; остается примерно постоянным).
18. Что такое сыпучая среда?
19. При каком соотношении размеров отверстия и частиц сыпучей среды наблюдается кострение?
20. Что такое эллипсоид выпуска?
21. Какими свойствами обладает эллипсоид выпуска?
22. Что такое эллипсоид разрыхления?
23. Как определяются высоты эллипсоидов выпуска и разрыхления?
24. Что такое воронка выпуска?
25. Во сколько раз высота эллипсоида разрыхления больше высоты эллипсоида выпуска?
26. Что такое зона потока сыпучего материала?
27. Что такое кострение сыпучего материала?
28. Какое условие необходимо выполнять для движения шихтовых материалов в доменной печи без кострения?
29. Показатели свойств агломерата:
- физико-механические;
- физико-химические;
- температурно-тепловые;
- компоненты химического состава.
30. Отличительные особенности при сравнении образцов материалов:
- агломератов;
- кокса;
- железных руд;
- марганцевых руд;
- флюсов;
- окатышей.
31. Какие значимые научно-технические разработки и научные исследования по аглодоменному производству Вам известны?
32. Какие основные достижения в области металлургии и смежных областях Вам известны?

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену:

1. Каковы основные требования к концентрату и аглоруде?
2. Каковы основные требования к твёрдому топливу и к известняку?
3. Сущность усреднения материалов с использованием усреднительных комплексов.
4. Значимые научно-технические разработки и научные исследования по усреднению материалов.
5. Удельная производительность агломерационных машин и направления её увеличения.
6. Химический состав агломерата и способы его улучшения.
7. Физико-механические свойства агломерата и способы их улучшения.
8. Физико-химиические свойства агломерата и способы их улучшения.
9. Оптимальное дозирование компонентов шихты.
10. Оптимальная крупность твёрдого топлива и известняка.
11. Роль извести в процессе агломерации.
12. Смешивание и окомкование шихты.
13. Закономерностей действия молекулярных и капиллярных сил в увлажнённом материале.
14. Решение многокритериальных задач оптимизации режимов возврата и постели
15. Режим зажигания твёрдого топлива шихты.
16. Газопроницаемость агломерирумого слоя.

17. Теплопередача по высоте спекаемого слоя.
18. Режим охлаждения агломерата на агломерационной машине и на охладителе.
19. Окислительно-восстановительные реакции в процессе агломерации.
20. Горение газа в зажигательном горне.
21. Оптимизация влажности агломерационной шихты.
22. Оптимизация расхода твёрдого топлива (коксика), расходуемого на агломерацию.
23. Химико-минералогические превращения при спекании и охлаждении агломерата
24. Физическая структура агломерата.
25. Условия, необходимые для обеспечения низкого содержания серы в агломерате.
26. Твёрдофазные и жидкофазные процессы при спекании агломерата.
27. Основные направления развития производства агломерата.
28. Полный технологический цикл получения агломерата.
29. Показатели, характеризующие режим работы агломерационной машины.

Курсовая работа выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсовой работы, обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсовых работ. Тематика курсовой работы по дисциплине «Проектирование процессов производства агломерата» представляет собой выполнение расчета шихты, материально и теплового балансов агломерационного процесса. Причем, для эталона обучающемуся предлагаются показатели работы агломерационных фабрик ПАО «ММК» в период работы с наилучшими ТЭП. Каждый обучающийся имеет в качестве эталона различные агломерационные фабрики ПАО «ММК» и различные показатели их работы, у обучающихся данные по работе фабрик не совпадают.

После выбора темы преподаватель формулирует задание по курсовой работе и рекомендует перечень литературы для его выполнения.

В процессе написания курсовой работы, обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения, сделать расчет материального и теплового баланса агломерационного производства. Предоставить курсовую работу в распечатанном виде в формате А4 с соблюдение всех требований СМК по написанию курсовых работ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1: Способен организовывать согласованную работу по выполнению задач по оценке сырья и металлургической продукции, корректировать и контролировать производственный процесс		
ПК-1.1: Организует работу по оцениванию сырья и металлургической продукцию, корректирует и контролирует производственный процесс с обоснованием принятых технологических и технических мер		***Задание на решение задачи:*** По представленной в образовательной портале методике выполнить расчёт снижения удельного расхода кокса на проведение доменной плавки повышением содержания железа в агломерате. Ссылка: https://newlms.magtu.ru/course/view.php?id=72467
ПК-2: Организует согласованную работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, её дальнейшей обработке		
ПК-2.1: Организует работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке		***Задание на решение задачи:*** По представленной в образовательной портале методике выполнить расчёт снижения удельного расхода кокса на проведение доменной плавки снижением содержания мелочи в агломерате. Ссылка: https://newlms.magtu.ru/course/view.php?id=72467

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Проектирование процессов производства агломерата» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень знаний обучающихся, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений; проводится в форме экзамена.

Вопросы на экзамен берутся из теоретических вопросов к экзамену, задачи берутся из перечня, выполненных на практических занятиях. При получении оценки по экзамену обучающийся должен продемонстрировать знания в теории процессов производства агломерата, умения и владения в соответствии с нормативными компетенциями. Обучающийся должен показать умение обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая результаты научно-технических разработок по аглодоменному производства, достижения в металлургии и смежных областях.

Экзамен по данной дисциплине проводятся в устной форме. Он включает два теоретических вопроса и одно практическое задание в виде задачи.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– оценка **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности;

– оценка **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– оценка **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, владений, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации;

– оценка **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные владения решения простых задач;

– оценка **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные владения решения простых задач.

Курсовая работа выполняется под руководством преподавателя, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении дисциплины.

Показатели и критерии оценивания курсовой работы:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения

ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.